

ASPECTOS ESPACIAIS DA PRODUÇÃO LÁCTEA EM MINAS GERAIS: UMA ANÁLISE DO CENSO AGROPECUÁRIO DE 2017

SPATIAL DIMENSIONS OF MILK PRODUCTION IN MINAS GERAIS: ANALYSIS OF THE 2017 AGRICULTURAL CENSUS

Felipe André Oliveira Freitas¹
Fernanda Cigainski Lisbinski²

Resumo: a atividade leiteira em Minas Gerais promove o desenvolvimento regional, gerando impactos econômicos relevantes e amplas oportunidades de emprego em toda a cadeia produtiva. Este trabalho buscou analisar as dimensões espaciais da produção de leite dos 853 municípios que compõem o estado de Minas Gerais, utilizando dados do Censo Agropecuário de 2017. O método utilizado foi a Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) e um modelo econométrico espacial do tipo SAR (*Spatial Autoregressive model*) com defasagem espacial incluída tanto na variável dependente quanto nas variáveis independentes, com o objetivo de identificar os fatores técnicos e econômicos que determinam o Valor Bruto de Produção (VBP) do leite. Os testes realizados apontaram para uma taxa significativa de dependências espaciais (0,506). A partir disso, foi possível verificar que as Mesorregiões Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, Central Mineira e Campo das Vertentes em quase toda a sua totalidade territorial formaram os *clusters* do tipo Alto-Alto. Os *clusters* do tipo Baixo-Baixo, se concentraram, principalmente, na Região Centro-norte do estado, onde se concentra o menor VBP dos estabelecimentos agropecuários de leite. Além disso, verificou-se a existências de *clusters* do tipo Baixo-Baixo na Mesorregião Sul/Sudoeste de Minas e parte da Região Metropolitana de Belo Horizonte, Vale do Rio Doce e Zona da Mata. No que concerne aos *clusters* do tipo Baixo-Alto, estes encontram-se, principalmente, nas Regiões do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, Central Mineira e Campo das Vertentes. E do tipo Alto-Baixo, identificou-se apenas um *cluster* localizado na Mesorregião do Vale do Rio Doce. Com relação ao modelo econométrico utilizado, este demonstrou que as variáveis quantidade de leite produzida, área com produção pecuária, número de estabelecimentos produtores de leite, pessoas ocupadas nos estabelecimentos agropecuários e despesas com combustível e pastagem apresentaram impactos significativos no VBP do leite. Assim, concluiu-se que a atividade leiteira tem maior destaque naquelas regiões que historicamente desenvolvem essa atividade, que existem transbordamentos espaciais entre os municípios analisados e que integram a cadeia produtiva do leite, e identificou-se a existência de padrões relacionados à localização produtiva, de modo que a produção de leite e seu crescimento encontram-se geograficamente concentrados, principalmente, nas Mesorregiões Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e Sul/Sudoeste de Minas.

Palavras-chave: Pecuária Leiteira; Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba; VBP do leite; Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE); Modelo SAR (*Spatial Autoregressive model*).

Abstract: the dairy industry in Minas Gerais promotes regional development by generating significant economic impacts and broad employment opportunities throughout the production chain. This study aimed to analyze the spatial dimensions of milk production in the 853 municipalities that make up the state of Minas Gerais, using data from the 2017 Agricultural Census. The method used was Exploratory Spatial Data Analysis (ESDA) and a spatial econometric model of the SAR type (*Spatial Autoregressive model*) with spatial lag included both in the dependent variable and in the independent variables, with the aim of identifying the technical and economic factors that determine the Gross Production Value (GPV) of milk. The tests conducted showed a significant rate of spatial dependence (0.506). Based on this, it was possible to verify that the Mesoregions Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, Central Mineira and Campo das Vertentes almost entirely formed clusters of the High-High type. The Low-Low clusters were concentrated mainly in the central-northern region of the state, where the lowest GPV of milk-producing agricultural establishments is concentrated. In addition, clusters of the Low-Low type were identified in the Mesoregion

¹Doutorando em Ciência Animal e Pastagem – PPGCAPE ESALQ/USP. E-mail: felipeoliveirafreitas@usp.br

²Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada – PPGA ESALQ/USP. E-mail: fernanda.lisbinski@usp.br

Sul/Sudoeste de Minas and part of the Metropolitan Region of Belo Horizonte, Vale do Rio Doce and Zona da Mata. As for the Low-High clusters, these are mainly located in the regions of Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, Central Mineira and Campo das Vertentes. And of the High-Low type, only one cluster was identified located in the Mesoregion of Vale do Rio Doce. With regard to the econometric model used, it demonstrated that the variables of quantity of milk produced, area with livestock production, number of milk-producing establishments, people employed in agricultural establishments, and expenses with fuel and pasture had significant impacts on the GPV of milk. Thus, it was concluded that dairy farming has greater prominence in those regions that historically develop this activity, that there are spatial spill-overs between the analyzed municipalities that integrate the milk production chain, and that there are patterns related to productive location, so that milk production and its growth are geographically concentrated, mainly in the Mesoregions Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba and Sul/Sudoeste de Minas.

Keywords: Dairy Farming; Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba; Milk Gross Value of Production; Exploratory Spatial Data Analysis (ESDA); SAR Model (Spatial Autoregressive model).

Classificação JEL: Q1; R12; O13.

Área 2: Econometria Espacial e Análise Espacial

1. Introdução

Mundialmente, a indústria do leite tem passado por um rápido processo de modernização tecnológica em relação à produção. Recentemente, algumas tendências têm sido observadas, como a redução na quantidade de vacas destinadas à produção leiteira, o aumento do tamanho das fazendas, o aumento da produção por fazenda, a diminuição da quantidade de fazendas produtoras de leite, o aprimoramento do potencial genético do rebanho, o aumento na produção de países produtores e a melhoria na qualidade da produção (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), 2011; Vilela et al. 2017).

O Brasil possui condições favoráveis para o desenvolvimento da pecuária leiteira, pois apresenta vastas áreas com pastagem e recursos naturais em abundância necessários ao desenvolvimento da atividade. Assim, o país possui vantagens diante de seus concorrentes no mercado internacional (Alves et al.; 2020), de modo que ocupa a terceira posição como maior produtor mundial de leite, produzindo mais de 34 bilhões de litros por ano, com atividade produtiva em 98% dos municípios brasileiros, predominando em pequenas e médias propriedades, desenvolvendo cerca de 4 milhões de empregos. Dessa forma, o país é composto por mais de 1 milhão de propriedades que produzem leite (Ministério da Agricultura e Pecuária – MAPA, 2023).

A produção de leite é uma importante atividade econômica como cadeia produtiva, envolvendo pecuaristas, agroindústrias e distribuidoras. Essa atividade é relevante em todas as cinco regiões do país e tem um impacto positivo na geração de empregos e renda nas áreas rurais. Segundo Capucho e Parré (2012), a produção de leite é um setor da agropecuária que se destaca por empregar toda a família, diferentemente de atividades agrícolas temporárias, como o cultivo de milho e soja.

Nesse contexto, percebe-se um movimento voltado a expansão da oferta de leite, além da busca pelo aumento de sua qualidade, o que impacta no aumento da renda e nas mudanças de hábitos e consciência dos consumidores. A importância do setor de produção de leite tem chamado a atenção de muitos pesquisadores que buscam entender o padrão espacial da produção e a eficiência dessa cadeia produtiva, destacam-se os trabalhos de Lopes, Reis e Yamaguchi (2007), Siqueira, Kilmer e Campos (2010), Capucho e Parré (2012), Perobelli, Araújo Jr. e Castro (2018) e Alves et al. (2020).

O estado de Minas Gerais é, atualmente, o maior produtor de leite do país. Em 2017, ele foi responsável por produzir 29% do leite brasileiro, cerca de 8,7 bilhões de litros anuais. Além disso, possui o maior percentual de número de estabelecimentos agropecuários com produção de leite (18,4%) e apresenta a maior participação no valor bruto de produção de leite nacional (28,7%) (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2017). Ao estudar a distribuição da produção por Mesorregião geográfica

é possível analisar certo grau de heterogeneidade em sua distribuição espacial. De modo que as principais mesorregiões produtoras, no ano de 2021, foram: Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba (25,8%) e Sul/Sudoeste de Minas (15,95%).

Diante disso, o presente artigo tem como objetivo analisar as dimensões espaciais da produção de leite dos municípios que compõem o estado de Minas Gerais. Como objetivos específicos visa-se: analisar a produção leiteira no estado de Minas Gerais; avaliar o potencial de formação de *clusters* dos municípios que possuem características semelhantes; e, verificar os determinantes do crescimento do Valor Bruto de Produção (VBP) do leite nos municípios do estado de Minas Gerais por meio de um modelo econométrico espacial.

2. Metodologia

2.1 A Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE)

Para identificar a distribuição do VBP do leite no espaço de interesse utilizou-se a Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE). Essa metodologia, permite, a localização de padrões de associação espacial que possam existir, evidenciando observações discrepantes existentes espacialmente e, dessa forma, resultar em um modelo de distribuição espacial do VBP da produção leiteira, o qual permitirá constatar a existência de *clusters* espaciais na produção de leite, no estado de Minas Gerais.

A Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) é uma abordagem que considera a interação espacial entre os agentes. Isso significa que o valor de uma variável de interesse em uma região i é influenciado pelo valor dessa mesma variável em regiões vizinhas j . Em outras palavras, a AEDE leva em conta a dependência espacial dos dados analisados. Ao considerar a localização como uma variável relevante no estudo, é possível obter resultados mais consistentes. De acordo com Anselin (1999), a econometria espacial é um subcampo da econometria que aborda a interação espacial (autocorrelação espacial) e a estrutura espacial (heterogeneidade espacial) nos modelos de regressão. Em outras palavras, a econometria espacial considera a influência da proximidade geográfica entre os dados analisados e como essa influência pode impactar nos resultados dos modelos de regressão.

Para implementação da AEDE, fez-se necessário a utilização de uma matriz de defasagem espacial (W) De acordo com Almeida (2012), trata-se de uma matriz quadrada de ordem n por n , onde os elementos indicam o grau de conexão espacial entre os municípios que compõem a amostra, ao considerar critérios de proximidade, que nesse caso baseou-se na contiguidade. De acordo com o pressuposto da contiguidade, as regiões contíguas possuem uma interação mais forte do que aquelas não contíguas. De modo que essa interação é capaz de estimular tanto o transbordamento como a aversão da variável de interesse. Diante disso, o elemento W_{ij} , da matriz de defasagem espacial (W), apresentará um valor igual a 1 quando houver contiguidade entre dois municípios, enquanto que um valor igual a 0 será atribuído quando não houver essa contiguidade.

Para obter resultados mais consistentes, utilizou-se a AEDE, verificando se existe autocorrelação espacial global e local entre os municípios e seus vizinhos, e se estes influenciam a produção leiteira desse. A autocorrelação é obtida pela estatística I de Moran, que aponta o grau de associação linear entre os vetores dos valores observados no tempo, além da média ponderada dos valores dos vizinhos (Almeida,2012; Parré, 2014). Almeida (2012), afirma que a fórmula dessa estatística pode ser expressada pela seguinte equação:

$$I = \frac{n}{\sum \sum \omega_i} \frac{\sum \sum \omega_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{(\sum y_i - \bar{y})^2} \quad (1)$$

onde, n se refere ao número de unidades espaciais, y_i é definido como a variável de interesse; ω_{ij} trata-se do peso espacial para o par de unidades espaciais; e, i e j medem o nível de interação entre elas. Assim, os valores obtidos para o I de Moran podem variar entre -1 e 1. De modo que os valores negativos indicam uma autocorrelação espacial negativa, o que sugere que há diferença entre os valores do atributo observado e sua localização espacial. Por outro lado, os valores positivos indicam uma autocorrelação espacial positiva, evidenciando a existência de semelhanças entre os valores do atributo estudado e sua localização

espacial (Lins et al., 2015).

2.2 Descrição das variáveis e Definição do Modelo Espacial

O conjunto de dados utilizados na presente pesquisa é do tipo corte transversal (cross-section), assim, é possível construir um modelo que possa captar a distribuição espacial da cadeia de produção de leite do estado de Minas Gerais. A amostra compreende os 853 municípios do estado mineiro. Diante disso, selecionou-se as seguintes variáveis conforme Quadro 1.

Quadro 1 - Variáveis, descrição e unidade de medida das variáveis

Variável	Descrição	Fonte	Ano
<i>VBP_L</i>	Valor Bruto de Produção da Pecuária Leiteira (R\$ 1.000,00)	Censo Agropecuário	2017
<i>PROD_L</i>	Quantidade Média Produzida de Leite dos Estabelecimento Agropecuários (Mil Litros)	Censo Agropecuário	2017
<i>AREA_PEC</i>	Área dos Estabelecimentos Agropecuários Destinada à Pecuária e Criação de Outros Animais (Hectares)	Censo Agropecuário	2017
<i>NE_PRODL</i>	Número de Estabelecimentos Agropecuários que Produziram Leite de Vaca (Unidades)	Censo Agropecuário	2017
<i>N_TRAT</i>	Número de Tratores Existentes nos Estabelecimentos Agropecuários (Unidades)	Censo Agropecuário	2017
<i>PO_AGRO</i>	Pessoal Ocupado em Estabelecimentos Agropecuários (Pessoas)	Censo Agropecuário	2017
<i>NE_FINAN</i>	Número de Estabelecimentos Agropecuários que Obtiveram Financiamento (Unidades)	Censo Agropecuário	2017
<i>DESP_COMAN</i>	Valor das Despesas Realizadas pelos Estabelecimentos Agropecuários - Compra de Animais (Mil Reais)	Censo Agropecuário	2017
<i>DESP_MED</i>	Valor das Despesas Realizadas pelos Estabelecimentos Agropecuários - Medicamentos para Animais (Mil Reais)	Censo Agropecuário	2017
<i>DESP_SUPL</i>	Valor das Despesas Realizadas pelos Estabelecimentos Agropecuários - Sal, Ração e Outros Suplementos (Mil Reais)	Censo Agropecuário	2017
<i>DESP_COMB</i>	Valor das Despesas Realizadas pelos Estabelecimentos Agropecuários - Combustíveis e Lubrificantes (Mil Reais)	Censo Agropecuário	2017
<i>DESP_ENER</i>	Valor das Despesas Realizadas pelos Estabelecimentos Agropecuários - Energia Elétrica (Mil Reais)	Censo Agropecuário	2017
<i>DESP_PAST</i>	Valor das Despesas Realizadas pelos Estabelecimentos Agropecuários - Formação de Pastagens (Mil Reais)	Censo Agropecuário	2017

Fonte: Dados originais da pesquisa, 2023

Para Almeida (2012), o uso de variáveis absolutas ou extensivas podem gerar vieses na interpretação dos resultados obtidos. Para contornar isso, é necessário ajustar proporcionalmente as variáveis em relação ao tamanho populacional ou à área dos municípios estudada. Nesse sentido, as variáveis foram intensificadas, isto é, divididas pelo número de estabelecimentos agropecuários conforme os dados do Censo Agropecuário de 2017.

Diante da possibilidade da existência de dependência espacial com relação à variável de interesse, no presente estudo, optou-se por utilizar o Spatial Durbin Model (SDM), devido ao seu melhor ajustamento para a característica dos dados utilizados. Esse modelo leva em consideração a defasagem espacial, tanto para a variável dependente, como para as variáveis independentes (Almeida, 2012).

$$y = \rho W y + \beta X + \tau W X + \varepsilon \quad (2)$$

onde:

y = Variável Dependente;

ρ e β = Coeficientes Angular;
 Wy = Variável Dependente Defasada Espacialmente;
 X = Variável Independente;
 τWX = Variáveis Independentes Defasadas Espacialmente;
 ε = Termo de Erro Estocástico

É importante ressaltar que o modelo mencionado anteriormente aceitou a presença de um processo difuso de tecnologia que impacta a produção. Além disso, este modelo apresenta um alcance global, uma vez que seu multiplicador espacial é definido por uma variável dependente com defasagem espacial, enquanto mantém um alcance local, graças à defasagem espacial nas variáveis independentes. Essas características permitem uma análise mais abrangente e precisa da relação entre as variáveis espaciais e a produção analisada na região em estudo (Almeida, 2012).

3. Resultados e Discussão

3.1 Análise da Atividade Leiteira em Minas Gerais

A atividade leiteira em Minas Gerais tem grande importância, pois é capaz de gerar impactos em diversos setores econômicos, tendo em vista que os efeitos da cadeia produtiva refletem, tanto na aquisição de insumos quanto no fornecimento de indústrias de beneficiamento (Montoya; Finamore, 2005). Perobelli, Araújo Jr. e Castro (2018) afirmam que a atividade leiteira em Minas Gerais tem grande importância na geração de empregos diretos e indiretos nos elos da cadeia produtiva. De acordo com Martins e Guilhoto (2001) e Viana e Ferras (2007), a atividade leiteira apresenta um grande potencial para a geração de empregos, aumento de renda e arrecadação tributária, garantindo assim o desenvolvimento regional da economia.

Ao analisar a atividade leiteira do estado de Minas Gerais, de acordo com os dados do Censo Agropecuário, foi possível observar um crescimento de 34,6% da quantidade produzida no período que compreende 2006 a 2017. Com relação ao rebanho, verificou-se uma diminuição do número de vacas ordenhadas de cerca de 7%. Verificou-se, ainda, um aumento de 72,3% no valor da produção de leite e uma diminuição de 3% do número de estabelecimento agropecuários que produziam leite entre os anos de 2006 e 2017 em Minas Gerais (IBGE, 2006; IBGE, 2017).

A Região do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba é a que apresenta a maior quantidade produzida de leite de vaca, representando 25,4% do total produzido pelo estado, em seguida se destacam Sul/Sudoeste de Minas com 15,76% e Zona da Mata com 8,7% da quantidade de leite produzida no estado mineiro. No entanto, a Região que possui o maior número de estabelecimento agropecuários que produzem leite de vaca é a Sul/Sudoeste de Minas, que detém 16,66% do total dos estabelecimentos, em seguida, se destacam Vale do Rio Doce com 12,61% e Zona da Mata com 12,25% do total de estabelecimentos. Com relação ao rebanho, a maior concentração ocorre na Região do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba (20%), seguido das regiões Sul/Sudoeste de Minas (14%) e Vale do Rio Doce (12%) (IBGE, 2017).

Na Figura 1, é possível observar o número de vacas ordenhadas, a quantidade produzida de leite e a produtividade anual de cada Mesorregião Geográfica.

É possível observar que as mesorregiões geográficas que apresentam maior produtividade são as Mesorregiões do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, Central Mineira e Campo das Vertentes. De acordo com Lemos et al., (2003) e Perobelli, Araújo Junior e Castro (2018) a alta produtividade leiteira nessas regiões se deve às características tecnológicas e de especialização produtiva desenvolvidas ali, caracterizada pelo uso de práticas modernas de manejo, nutrição e genética. Pirtouschesg (2000) e Franco (2020) afirmam que o clima favorável dessas regiões (quente e seco) contribuiu para a produção de pastagens de alta qualidade para a nutrição animal, além disso, as regiões possuem solos ricos em nutrientes e uma topografia que auxilia na criação de gado leiteiro.

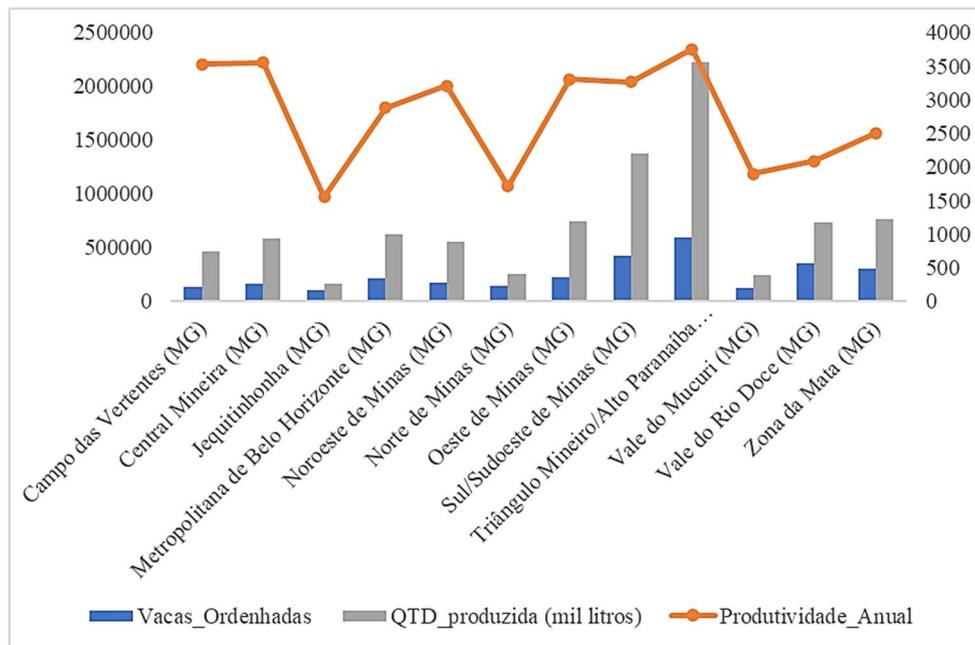


Figura 1 - Número de vacas ordenhadas, quantidade de leite produzida e produtividade anual (litros/vaca/ano) para as mesorregiões do Estado de Minas Gerais

Fonte: Adaptado do Censo Agropecuário IBGE, 2017

De acordo com Campos, Pereira e Teixeira (2014) essas disparidades em relação a produtividade do leite no estado mineiro se devem em parte à fatores edafoclimáticos, como, por exemplo, grau de precipitação, clima e qualidade dos solos. Além disso, os autores destacam que as regiões que apresentam os maiores índices de produtividade são aquelas que se destacam também na produção agropecuária. A adoção de tecnologia em regiões onde fatores edafoclimáticos não são estáveis auxiliam na produtividade leiteira dessas. Portanto, pode-se afirmar que a escala de produção e modernização agropecuária dos estabelecimentos rurais podem explicar os diversos graus de produtividade leiteira em Minas Gerais.

Destaca-se que é nesse conjunto de mesorregiões que estão localizados os municípios com maior grau de produtividade leiteira, conforme Figura 2.

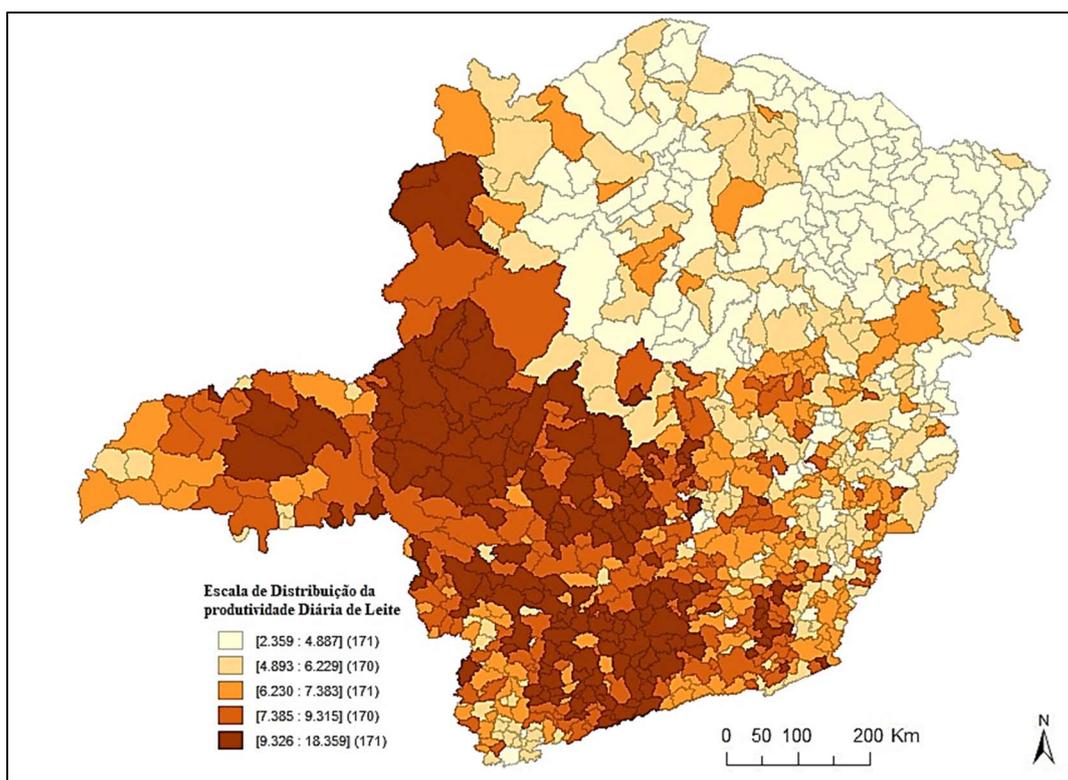


Figura 2 – Produtividade de leite litros/vaca/dia nos municípios do estado de Minas Gerais (2017)

Fonte: Resultados originais da pesquisa, 2023

É possível afirmar que a produtividade litros/vaca/dia nos municípios do estado de Minas Gerais apresenta três importantes bacias leiteiras: as Mesorregiões do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, Central Mineira e Campo das Vertentes, pois é onde se concentram os municípios que apresentam os melhores índices de produtividade média do estado. Dos 853 municípios de Minas Gerais, 726 tiveram produtividade inferior a 10 litros/vaca/dia (IBGE, 2017). Essa assimetria sugere a diferença entre a produção de leite voltada para a produção de subsistência, e aquela caracterizada como profissionalizada (Ostapechen e Gotardo, 2019). Destaca-se que 20 municípios apresentaram nível de produtividade acima de 13 litros/vaca/dia (IBGE, 2017), a grande maioria localizados nas Mesorregiões do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, Central Mineira e Campo das Vertentes.

Ao realizar a análise do VBP leiteira em relação ao VBP Pecuário de cada município, verifica-se que os municípios das mesorregiões Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, Sul/Sudoeste, Zona da Mata e Campo das Vertentes e um aglomerado de municípios da Central Mineira, Metropolitana de Belo Horizonte e Vale do Rio Doce, são os que mais se destacam nesse quesito. Assim, é possível observar que as principais bacias leiteiras são as mesorregiões do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, Zona da Mata, Campo das Vertentes e Sul/Sudoeste de Minas, acompanhadas pela produção significativa da Central Mineira, Metropolitana de Belo Horizonte e Vale do Rio Doce.

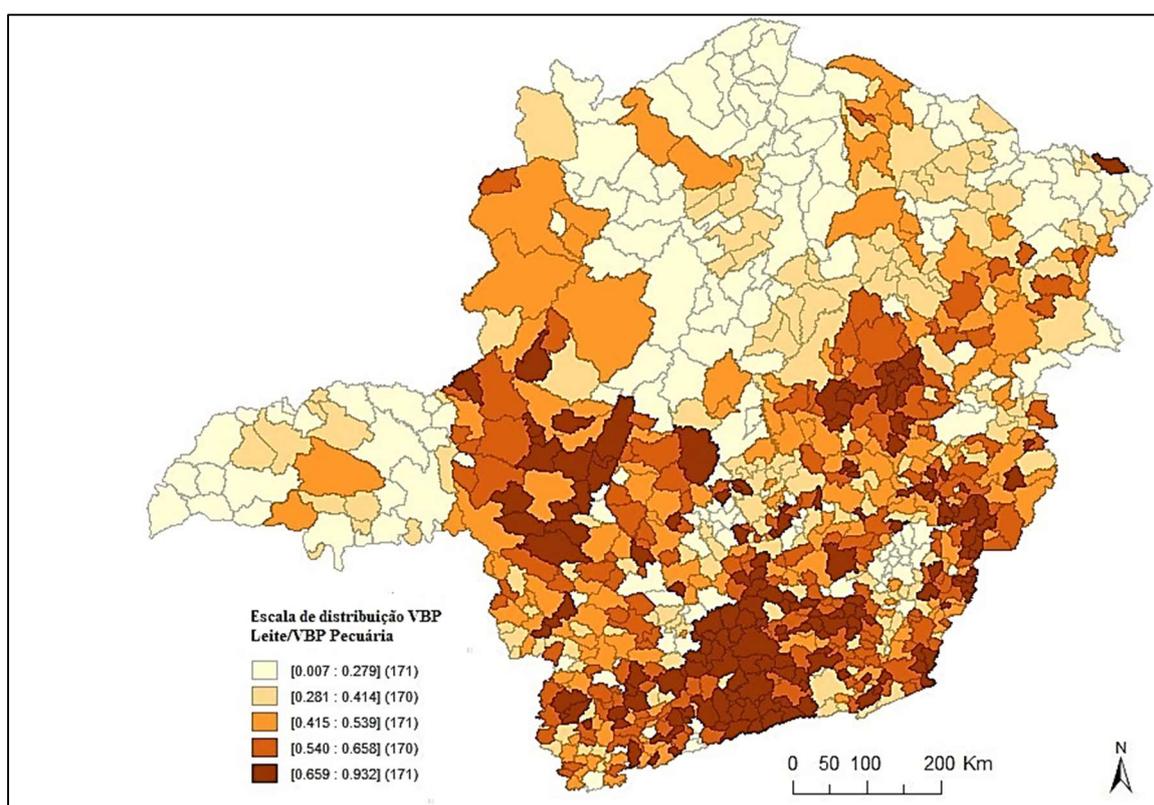


Figura 3 – Relação VBP do leite em relação ao VBP do setor de pecuária dos municípios do estado de Minas Gerais (2017)

Fonte: Resultados originais da pesquisa, 2023

Para Silva e Silva (2013) a Região da Zona da Mata é considerada uma das mesorregiões com maior nível de especialização de leite, além de ser uma das tradicionais na produção de leite do estado mineiro. É uma das principais mesorregiões de Minas Gerais, e a terceira maior em produção de leite do estado, ficando atrás apenas das mesorregiões Sul/Sudoeste e Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba que também apresentam alto nível de especialização na produção leiteira.

Segundo Hott, Carvalho e Oliveira (2007) ao realizar a análise da cadeia produtiva, percebe-se uma baixa concentração espacial da produção em algumas regiões onde constata-se maiores custos de captação de leite pelos laticínios, no caso a Região Norte do estado. No entanto, essa constatação sugere que as organizações possuem uma vantagem de negociação superior em relação aos produtores isolados ou às regiões leiteiras, especialmente em áreas periféricas e distantes dos principais centros consumidores do mercado.

Ao realizar a análise do VBP do leite pelo número de estabelecimentos agropecuários que produzem leite de cada município (Figura 4), verificou-se que os municípios das Mesorregiões Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, Central Mineira e Campo das Vertentes e um aglomerado de municípios da Região Sul/Sudoeste e Zona da Mata são os que apresentam os maiores números. Portanto, pode-se observar que regiões como Vale do Rio Doce e Zona da Mata que, apesar de possuírem grandes rebanhos e outras características que indicam a concentração de bacias leiteiras, o VBP por estabelecimento agropecuário é baixo. Isso pode estar associado ao fato de que a maior parte da produção leiteira é feita por pequenos produtores e voltada à subsistência.

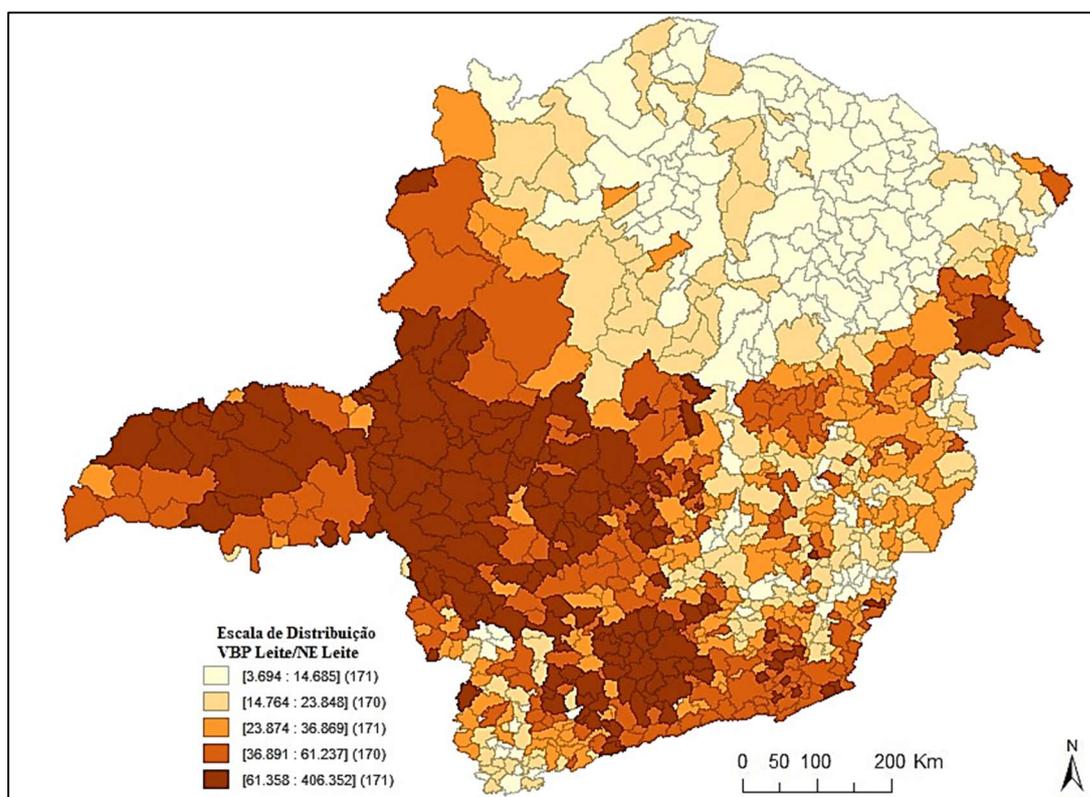


Figura 4 – Relação entre o VBP do Leite e o Número de Estabelecimento Agropecuários Produtores de Leite dos municípios do estado de Minas Gerais (2017)

Fonte: Resultados originais da pesquisa, 2023

De acordo com Fassio, Reis e Geraldo (2006) o estado de Minas Gerais apresenta baixo nível produtivo, mesmo entre os grandes produtores, o que impacta, segundo Martins et al. (2003), a produtividade de recursos como terra, rebanho e mão-de-obra. Assim, é possível verificar pela distribuição espacial que o Centro-Sul do estado apresenta relevante especialização na pecuária leiteira, o que contribui para os indicadores de produtividade e VBP do leite, diferente do comportamento observado no norte do estado.

Na Mesorregião do Vale do Rio Doce, a atividade leiteira apresenta conglomerados desenvolvidos, ocorrendo em sua maioria em pequenas propriedades rurais (Oviedo-Pastrana et al., 2014; Perobelli, Araújo Jr. E Castro, 2018). Na Mesorregião Central Mineira, a produção leiteira é realizada tanto por pequenas propriedades familiares quanto por grandes fazendas, as quais investem em tecnologia e genética para aumentar a produtividade (Oviedo-Pastrana et al., 2014).

A Região Norte do estado é a que apresenta a menor produção de leite e isso se deve a diversos fatores tais como: a limitação de informações pelos produtores e o manejo inadequado, o que pode prejudicar o gerenciamento adequado do rebanho, a qualidade do produto, a identificação e tratamento de doenças e a implementação de práticas de manejo eficazes (Scalco, 2004); a Região Norte do estado apresenta clima semiárido com baixa umidade do ar e altas temperaturas, isso pode afetar a qualidade e quantidade de pastagem disponível para o gado, além disso, os bovinos leiteiros são extremamente sensíveis à variações de temperatura e bastante suscetíveis ao estresse (Azevedo et al., 2011; Alves, 2014); falta de assistência técnica adequada, o que pode levar os produtores a uma gestão inadequada do rebanho, além da falta de planejamento e do estabelecimento de estratégias para melhorar a produção leiteira (Vilela et al., 2016); e, o baixo investimento em tecnologia e desenvolvimento genético (Lemos et al. 2003).

Segundo Perobelli, Araújo Jr. e Castro (2018) e Silva (2014) na Mesorregião do Norte de Minas, a produção de leite é desenvolvida, em sua grande maioria por pequenos produtores rurais, que utilizam sistemas de produção extensivos e tradicionais. Enquanto na Mesorregião do Jequitinhonha, a produção de leite é influenciada pela escassez de água e de recursos naturais, levando os produtores a adotarem sistemas de produção mais sustentáveis e adaptados àquela Região.

Portanto, observa-se que a atividade leiteira é de extrema importância para o Estado de Minas Gerais, sendo uma das principais fontes de renda para as mesorregiões mineiras, além disso, os produtores utilizam diferentes sistemas de produção e tecnologias conforme as características e os recursos naturais de cada Região.

3.2 Verificação da Dependência Espacial

Nesta seção, é feita uma análise da autocorrelação espacial do VBP do leite nos municípios de Minas Gerais. Conforme destacado por Almeida (2012), variáveis consideradas absolutas ou extensivas podem levar a uma interpretação equivocada dos resultados encontrados, sendo necessário compará-las em relação ao tamanho populacional ou à área dos municípios registrados. Diante disso, a variável VBP do leite dos municípios mineiros foi intensificada, isto é, divididas pelo número de estabelecimentos agropecuários conforme os dados do Censo Agropecuário de 2017.

A Tabela 1, apresenta o resultado do Indicador I de Moran, empregado para verificar a defasagem espacial da variável dependente. Como variável dependente utilizou-se o VBP do Leite de Minas Gerais. A matriz de defasagem espacial que apresentou o melhor resultado, foi a do tipo Torre a qual considera somente as fronteiras físicas com extensão diferente de zero entre as regiões (Almeida, 2012).

Tabela 1 – Matrizes de pesos para análise espacial

VBP da Pecuária Leiteira	Rainha	Torre	K-vizinhos (4)	K-vizinhos (5)	K-vizinhos (8)	K-vizinhos (10)	K-vizinhos (12)
I de Moran	0.503	0.506	0.499	0.486	0.460	0.448	0.430
Teste de significância (999 permutações)	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001

Fonte: Resultados originais da pesquisa, 2023

O resultado obtido para o índice de Moran utilizando a contiguidade do tipo Torre foi positivo e significativo, atingindo o valor de 0,506. Esse resultado indica a presença de autocorrelação espacial entre os municípios de Minas Gerais em relação ao VBP do leite. Em outras palavras, há uma tendência de que municípios com valores altos ou baixos de VBP do leite estejam próximos uns dos outros, sugerindo a existência de fatores espaciais que influenciam na produção leiteira.

Na Figura 5, os pontos no diagrama se referem a dependência espacial de cada município mineiro em relação aos seus vizinhos, no que concerne ao VBP do leite. Observa-se ainda, a inclinação positiva da reta, a qual apresenta como coeficiente angular o I de Moran, que comprova a existência da autocorrelação positiva no VBP do leite, isto é, os municípios que apresentam alto valor do VBP do leite (mil reais/NE)

em Minas Gerais, estão cercados por municípios com alto valor do VBP do leite (mil reais/NE), e o mesmo se aplica aos municípios com baixos valores.

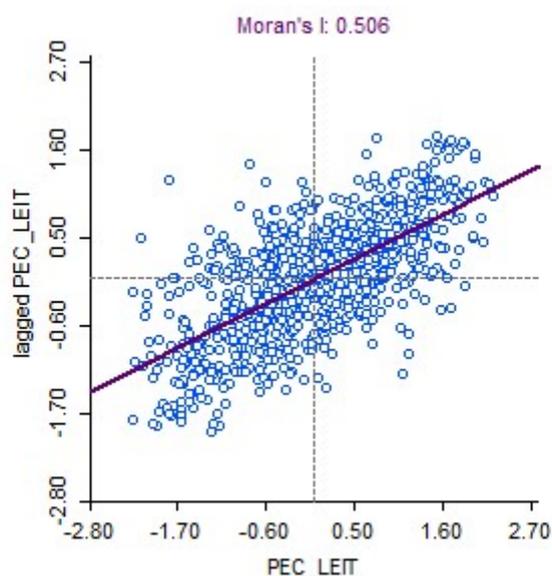


Figura 5. Diagrama de dispersão do I de Moran do tipo Torre para o VBP do leite (mil reais/Número de Estabelecimentos agropecuários produtores de Leite (NE) nos municípios mineiros (2017)

Fonte: Resultados originais da pesquisa, 2023

O resultado do teste de pseudo-significância, com base em 999 permutações aleatórias, indicou um nível de significância estatística de 0,001 (99,9% de probabilidade), rejeitando, dessa forma, a hipótese nula de ausência de autocorrelação espacial. Na Figura 6, apresenta-se dados sobre a dependência espacial de cada município em relação aos valores brutos de produção destes, identificando os respectivos *clusters* do VBP do leite (mil reais/NE) em Minas Gerais.

A Figura 6 confirma a importância das mesorregiões Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, Central Mineira e Campo das Vertentes em quase toda a sua totalidade territorial. Ali se encontram os *clusters* do tipo Alto-Alto, com VBP do leite alto e cercado de vizinhos com VBP do leite alto, é constituído por 116 municípios. Para Rangel (2010), o valor de produção está relacionado à especialização da produção e uso de tecnologias capazes de alavancar a produtividade, e com isso os ganhos do produtor, pois diminui os custos fixos. Dentre as tecnologias disponíveis, capazes de promover ganhos de produção tem-se: (i) a inseminação artificial; (ii) a ordenha mecânica; (iii) a sanidade, vacinação de gado, vermifugação e controle dos ectoparasitas; (iv) a alimentação; (v) técnicas de produção; (vi) instalações; e (vii) equipamentos: resfriadores, tanques, ordenhadeiras e outros.

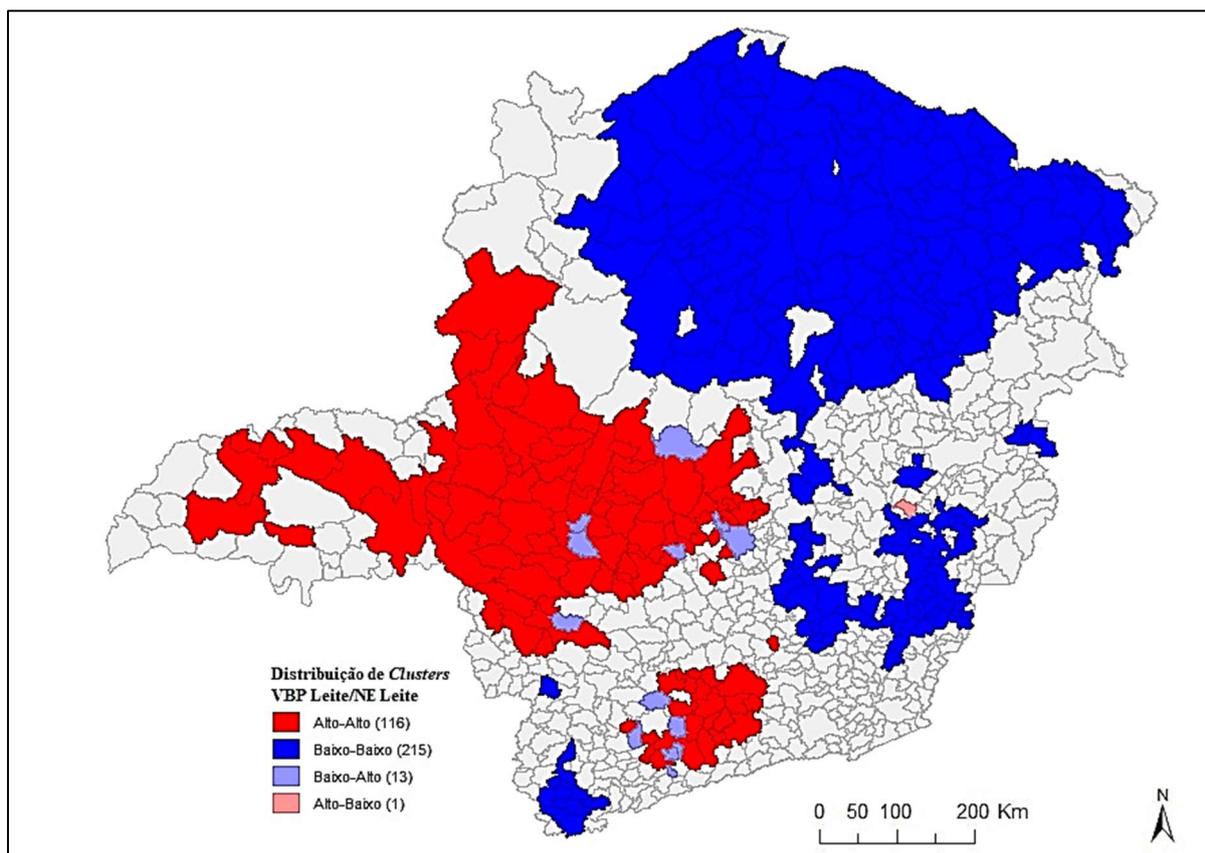


Figura 6. Mapa de *clusters* e suas respectivas correlações espaciais para os municípios do estado de Minas Gerais

Fonte: Resultados originais da pesquisa, 2023

No que se refere a formação de *clusters* do tipo Baixo-Baixo, verificou-se que estes se concentram, principalmente, na Região Centro-norte do estado, onde se concentra o menor VBP dos estabelecimentos agropecuários de leite. Além disso, verificou-se a existências de *clusters* do tipo Baixo-Baixo na Mesorregião Sul/Sudoeste de Minas e parte da Região Metropolitana de Belo Horizonte, Vale do Rio Doce e Zona da Mata. Silva et al. (2016) afirmam que o desenvolvimento da Região Norte mineira foi fomentado pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) por meio de incentivos fiscais e financeiros com o objetivo de promover a modernização da economia regional, de modo que os objetivos das elites locais foram privilegiados, o que gerou concentração de riqueza e aumento da desigualdade regional. Além disso, essa Região possui outras atividades econômicas mais fortes, por exemplo a produção de grãos e a mineração, o que pode provocar a diminuição do investimento no setor pecuário local (Silva et al. 2017). Além disso Andrade et al. (2022), destacam que regiões como a Região Norte de Minas Gerais apresenta um clima semiárido com baixa umidade do ar e altas temperaturas, e isso pode afetar a qualidade e a quantidade da pastagem disponível para o gado, o que leva a uma menor produtividade e rentabilidade do setor pecuário leiteiro.

Com relação aos *clusters* do tipo Baixo-Alto, com VBPs dos estabelecimentos agropecuários baixos cercados de altos VBPs, verificou-se que estes encontram-se, principalmente, nas Regiões do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, Central Mineira e Campo das Vertentes. Do tipo Alto-Baixo, identificou-se apenas um *cluster* com VBP do estabelecimento agropecuário altos rodeado de VBPs baixos, esse *cluster* se refere ao município de Santana do Paraíso. De acordo com dados do IBGE (2021) no ano de 2021 a produção leiteira no município de Santana do Paraíso, localizado na Mesorregião do Vale do Rio Doce, representou 65% do VBP da pecuária e 60% do valor VBP agropecuário, o que justifica os resultados encontrados (Pesquisa Agrícola Municipal - PAM-IBGE, 2022; Pesquisa Pecuária Municipal - PPM-IBGE, 2022).

Portanto, é possível observar a existência de desigualdades regionais entre os municípios do estado de Minas Gerais, analisados nessa pesquisa. Assim, para promover um desenvolvimento mais homogêneo, faz-se necessário um esforço conjunto e coordenado entre produtores, governo e sociedade civil, visando a

implementação de práticas agrícolas que possibilitem o acesso de todos os produtores à recursos tecnológicos que possam aumentar a produtividade e com isso os seus ganhos, melhorando, a infraestrutura dos estabelecimentos e aumentando os investimentos em pesquisa e tecnologia. Com isso, tem-se o fomento da economia local, gerando o crescimento e o desenvolvimento dos municípios, promovendo melhoria na qualidade de vida das pessoas residentes ali.

3.3 Estudo do modelo econométrico espacial

A variável dependente utilizada foi o valor bruto de produção do leite/Número de estabelecimentos agropecuários. Todas as variáveis foram intensificadas pelo Número de estabelecimentos agropecuários. Inicialmente, foi estabelecido as vizinhanças considerando a contiguidade para os critérios Rainha, Torre e k-vizinhos (4). Os resultados demonstraram que a matriz do tipo Rainha foi a melhor para o modelo, esta foi padronizada em linha, duplamente padronizada e padronizada pela estabilidade da variância, as quais geraram um I de Moran de 0,7248, 0,7138 e 0,7193, respectivamente, além disso todos os resultados rejeitaram a hipótese nula de que não existe autocorrelação espacial (p -valor $< 2.2e-16$).

Posteriormente, foi realizado o teste no modelo linear considerando todas as variáveis, o qual indicou que essas são significativas para o modelo, rejeitando a hipótese nula. Além disso, o R^2 ajustado indicou um valor de 0,8467. No entanto, o método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) não é adequado para esse tipo de estimação, considerando modelos de defasagem espacial, tendo em vista que as estimativas dos coeficientes poderão apresentar viés ou inconsistência.

Assim, realizou-se o teste LM para verificar qual o modelo mais adequado a ser estimado considerando a característica dos dados utilizados, bem como a finalidade da pesquisa. Para a escolha do modelo mais adequado, considerou-se o critério de Akaike (AIC). Os estimadores testados foram o SAR (*Spatial Autoregressive model*) que apresentou um AIC de 435.94, e o SEM (*Spatial Error Model*) que indicou um AIC de 451. Assim, os resultados do critério Akaike apontaram que o modelo mais adequado é o SAR, pois apresentou o menor indicador. Nesta pesquisa será considerado ainda a inclusão do *Spatial Durbin Model* (SDM), devido ao seu melhor ajustamento para a característica dos dados utilizados, o qual se utiliza da defasagem espacial.

Foram realizados ainda, o teste Jarque-Bera, o qual apontou a ausência de normalidade nos resíduos com estatística de 1343.5 e p -valor $< 2.2e-16$, ou seja, os erros não apresentam distribuição normal; e o teste Breusch-Pagan, para verificar a presença de heterocedasticidade do modelo, o qual apresentou estatística de 241.59, com 24 graus de liberdade (GL) e p -valor $< 2.2e-16$, apontando que os resíduos do modelo são homocedásticos.

Após definir o método e o modelo a ser utilizado apresenta-se o resultado da regressão que analisa o VBP do leite/ número de estabelecimento agropecuários na Tabela 2. Neste trabalho optou-se por apresentar as estimações dos modelos SAR e SEM para eventuais comparações, no entanto, será realizada apenas a discussão do modelo SAR, o qual foi indicado pelos testes como estimador mais adequado. Destaca-se ainda, que o modelo estimado é do tipo log-log e a variável dependente é *VBP_L*.

Dessa forma, ao incluir no modelo o estimador SDM, definiu-se a variável *VBP_L* como o instrumento e as variáveis *PROD_L*, *AREA_PEC*, *NE_PRODL*, *N_TRAT*, *PO_AGRO*, *NE_FINAN*, *DESP_COMAN*, *DESP_MED*, *DESP_SUPL*, *DESP_COMB*, *DESP_ENER*, *DESP_PAST* como variáveis instrumentadas.

Na Tabela 2 é apresentado os resultados obtidos para as estimações do modelo SAR com transformações logarítmicas aplicada a todas as variáveis. Os resultados apontaram que a variável Quantidade Média Produzida de Leite dos Estabelecimento Agropecuários (*PROD_L*) foi estatisticamente significativo ao nível de 1% e apresentou sinal positivo, demonstrando que um aumento de 1% dessa variável, provoca um aumento de 1.022% no VBP do Leite. Segundo Almeida (2019) produtores classificados como avançados em termos de tecnologia utilizam alimentação equilibrada, assistência técnica e investem em equipamentos e instalações, o que resulta em alta produtividade, aumentando a quantidade produzida. Já produtores intermediários cuidam do manejo e da sanidade do gado e também investem na atividade, mas apresentam menor produtividade em comparação com os produtores avançados. Os produtores tradicionais, por sua vez, têm baixa utilização de tecnologia e crédito rural, bem como baixa

produtividade. Portanto, a criação de políticas públicas e estratégias empresariais, baseadas na compreensão do cenário atual da atividade leiteira e dos diversos agentes produtores, é crucial para fortalecer a atividade e promover o crescimento regional (Almeida, 2019).

Tabela 2 - Resultados da estimação dos modelos com método de variáveis instrumentais ($\log VBP_L$)

Variável	Modelo SAR	Modelo SEM
<i>CONST</i>	0.0355509*** (0.0153656)	0.0961360*** (0.0301336)
<i>PROD_L</i>	1.0221489*** (0.0077743)	1.0180916*** (0.0076735)
<i>AREA_PEC</i>	-0.0104442*** (0.0062507)	-0.0131884*** (0.0061004)
<i>NE_PRODL</i>	0.1821214*** (0.0412071)	0.1862553*** (0.0407749)
<i>N_TRAT</i>	0.0181245 (0.0286398)	0.0091132 (0.0275798)
<i>PO_AGRO</i>	0.0347426** (0.0168620)	0.0436850** (0.0175803)
<i>NE_FINAN</i>	0.0999871 (0.0707543)	0.1261709* (0.0702142)
<i>DESP_COMAN</i>	-0.0053364 (0.0046007)	-0.0081164* (0.0046616)
<i>DESP_MED</i>	0.0076550 (0.0090517)	0.0078469 (0.0098056)
<i>DESP_SUPL</i>	0.0072018 (0.0058978)	0.0100630* (0.0060864)
<i>DESP_COMB</i>	0.0160490*** (0.0062388)	0.0162645* (0.0063077)
<i>DESP_ENER</i>	0.0103039 (0.0082471)	0.0146508* (0.0082211)
<i>DESP_PAST</i>	-0.0278650*** (0.0083075)	-0.0287753** (0.0086702)
τW_PROD_L	-0.6378793** (0.0377293)	-0.0413781** (0.0164678)
τW_AREA_PEC	-0.0098124 (0.0104568)	-0.0225835* (0.0136182)
τW_NE_PRODL	0.0891005 (0.0729369)	-0.0526452 (0.0979795)
τW_N_TRAT	-0.0499370 (0.0416987)	-0.0841653 (0.0551985)
τW_PO_AGRO	0.0276419 (0.0313682)	0.0619527 (0.0437842)
τW_NE_FINAN	0.0818599 (0.1156169)	0.1637357 (0.1636280)
τW_DESP_COMAN	-0.0068232 (0.0079351)	-0.0158192 (0.0111211)
τW_DESP_MED	-0.0135290 (0.0167569)	-0.0041880 (0.0220744)
τW_DESP_SUPL	0.0097057 (0.0094155)	0.0204827 (0.0137201)
τW_DESP_COMB	-0.0034509 (0.0105475)	0.0089071 (0.0145435)
τW_DESP_ENER	0.0117373 (0.0134505)	0.0343432* (0.0183632)
τW_DESP_PAST	0.0126067 (0.0163649)	-0.0067446 (0.0228921)
<i>W_VBP_L</i>	0.62183*** (0.035544)	0.62183*** (0.035544)
Nº de Observações	852	
Teste de Wald	290.05***	315.33***

Fonte: Resultados originais da pesquisa, 2023

Nota: os valores entre parênteses representam os erros-padrão; e * representa o nível de significância das variáveis, sendo: 10%*, 5%** , 1%***.

O coeficiente da variável Área dos Estabelecimentos Agropecuários Destinada à Pecuária e Criação de Outros Animais (*AREA_PEC*), demonstrou-se significativo ao nível de 1% e apresentou sinal negativo, de modo que o aumento de 1% dessa variável provoca uma diminuição de 0.010% no VBP do leite. Esse resultado é explicado pela natureza da variável, uma vez que é comum que, em um estabelecimento agropecuário, a área seja destinada a diversas atividades primárias, e apenas uma pequena parte é usada para a produção de leite. Conforme observado por Bacchi (2019), os produtores que possuem espaço suficiente para obter boa rentabilidade com a produção de grãos somente se dedicam à pecuária leiteira se tiverem condições qualificadas. Por outro lado, o sistema de produção em confinamento é mais competitivo com a cadeia leiteira, resultando na disposição de áreas menores para essa, uma vez que o confinamento ocupa um espaço específico em barracões e não uma vasta área de pastagem.

A variável Número de Estabelecimentos Agropecuários que Produziram Leite de Vaca (*NE_PRODL*) apresentou sinal positivo e coeficiente estatisticamente significativo ao nível de 1%, de maneira que o aumento de 1% dessa variável provoca o aumento de 0.18% no VBP do leite. Uma maior concentração de estabelecimentos agropecuários produtores de leite em uma determinada Região provoca maiores valores de produção do leite devido a maior disponibilidade de insumos para alimentação do rebanho leiteiro, o que pode contribuir para uma maior produção de leite. Além disso, a concentração de produtores de leite em uma determinada Região pode favorecer a adoção de tecnologias mais avançadas, como a ordenha mecânica, que podem aumentar a eficiência da produção de leite e, conseqüentemente, o VBP (Trennepohl; Paiva; Wildner, 2012; Silva; Souza; Matins, 2012).

O coeficiente da variável Pessoal Ocupado em Estabelecimentos Agropecuários (*PO_AGRO*) demonstrou-se estatisticamente significativo e com impacto positivo, de modo que o aumento de 1% nessa variável provoca o aumento de 0.035% no VBP do leite. Isso pode estar associado a uma maior eficiência na gestão da mão-de-obra nos estabelecimentos agropecuários produtores de leite. A contratação de mão-de-obra qualificada e a distribuição adequada das atividades pode contribuir para aumentar a produtividade e a rentabilidade do setor leiteiro. Pode, ainda, indicar uma maior utilização de tecnologias e inovações na produção de leite, que contribuem para aumentar a eficiência e a produtividade. Dessa forma, o aumento do *PO_AGRO* pode estar associado a uma maior eficiência na gestão da produção de leite, o que contribui para aumentar o VBP do leite (Ostapechen; Gotardo, 2020).

A variável Despesas com Combustíveis e Lubrificantes (*DESP_COMB*) apresentou sinal positivo e estatisticamente significativo ao nível de 1%, de modo que o aumento de 1% nessa variável provocaria o aumento de 0.016% no VBP do leite. Uma explicação possível para essa relação positiva é que os combustíveis e lubrificantes são usados nas atividades de transporte e maquinário usado na produção de leite, tais como tratores, colheitadeiras e outros equipamentos usados para a produção, colheita e transporte do leite e dos insumos necessários para a produção (Segala e Silva, 2007). Assim, um aumento no investimento em combustíveis e lubrificantes pode levar a uma maior eficiência produtiva e, conseqüentemente, um aumento no VBP do leite.

O coeficiente da variável Despesas com Formação de Pastagens (*DESP_PAST*) apresentou sinal negativo e foi estatisticamente significativo ao nível de 1%, de modo que o aumento dessa variável provocaria uma diminuição de 0.028% no VBP do leite. Essa associação negativa pode estar relacionada ao fato de que a pastagem não é destinada exclusivamente à produção de leiteira, mas pode ser utilizada também para atividades de bovinocultura de corte (Alves et al., 2020).

As variáveis Número de Tratores nos Estabelecimentos Agropecuários (*N_TRAT*), Número de Estabelecimentos Agropecuários que contrairam financiamento (*NE_FINAN*), Despesas com Compra de Animais (*DESP_COMAN*), Despesas com Medicamentos (*DESP_MED*), Despesas com Suplementação Animal (*DESP_SUPL*) e Despesas com Energia Elétrica nos Estabelecimentos Agropecuários (*DESP_ENER*), não apresentaram significância estatística no modelo utilizado. A não significância dessas variáveis pode ser explicada pelo fato de que os implementos agrícolas nos estabelecimentos agropecuários são geralmente utilizados em outras atividades primárias, que vão além da produção de leite. Com relação à variável financiamento, sua não significância pode ser devido a investimentos em outras atividades do

setor primário. Por fim, a não significância estatística das despesas com compra de animais, medicamentos, suplementação e energia elétrica pode estar relacionada principalmente ao investimento em gado de corte, que requer maior uso dessas variáveis em comparação à produção leiteira.

Assim, destaca-se que o financiamento pode promover investimentos em infraestrutura e tecnologia, elevando a produtividade e a rentabilidade do setor leiteiro (Pop, 2022). A qualidade genética e sanitária dos animais tem impacto direto na produção e na qualidade do leite, de modo que, as despesas com medicamentos e suplementação animal podem afetar a saúde e o desempenho dos animais, impactando na produção de leite (Pegoraro, 2018). O uso de tecnologias e equipamentos que exigem maior consumo de energia pode elevar os custos de produção, mas o uso de fontes de energia renovável pode reduzir esses custos e aumentar a rentabilidade do setor leiteiro (Alves et al., 2020; Capucho; Parré, 2012). Em resumo, essas variáveis são importantes para a produção leiteira, sendo necessário o seu gerenciamento de forma eficiente, buscando equilibrar os custos e a produtividade, para maximizar o VBP do leite.

O coeficiente da variável W_VBP_L exibiu um impacto estatisticamente significativo, revelando uma influência positiva da produção de leite na economia dos municípios vizinhos. Isso sugere que, quando um município aumenta sua produção, uma parte desse aumento também afeta positivamente os municípios vizinhos, criando um círculo virtuoso de desenvolvimento. Essa descoberta reforça os achados de Capucho e Parré (2012), de Silva, Câmara e Telles (2016) e Alves et al. (2020) ao analisarem a produção de leite no estado do Paraná.

Ao incluir a defasagem espacial para as variáveis $AREA_PEC$, NE_PRODL , N_TRAT , PO_AGRO , NE_FINAN , $DESP_COMAN$, $DESP_MED$, $DESP_SUPL$, $DESP_COMB$, $DESP_ENER$ e $DESP_PAST$, estas não foram significativas. Isso indica que o uso dessas variáveis em um determinado município não está correlacionado com o desempenho dos municípios vizinhos, ou seja, não há dependência espacial entre essas variáveis.

O parâmetro τW_PROD_L foi estatisticamente significativo ao nível de 5% e com efeito negativo, mostrando a ocorrência de um transbordamento negativo da variável produção de leite nos estabelecimentos agropecuários quando um determinado município aumenta a utilização dessa variável. Esse resultado vai de encontro com os achados de Capucho e Parré (2012), Perobelli, Araújo Jr. e Castro (2018) Camara e Telles (2016) e Alves et al. (2020).

Percebe-se que a heterogeneidade na produção é uma realidade presente em todo o território nacional. Nesse sentido, potencializar o setor lácteo e promover o crescimento regional requer esforços de políticas públicas e empresariais que levem em conta essas diferenças. A partir dos resultados das variáveis, é possível que os diversos agentes envolvidos na produção de leite em Minas Gerais entendam a importância de determinados fatores que podem ser essenciais para essa atividade. Além disso, é fundamental que reconheçam que há diversos graus de aplicação tecnológica que variam de acordo com a orientação da produção e das necessidades financeiras de quem produz.

4. Conclusão

Este trabalho buscou analisar as dimensões espaciais da produção de leite dos 853 municípios que compõem o estado de Minas Gerais, utilizando dados do Censo Agropecuário de 2017. O método utilizado foi a Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE).

Os testes realizados apontaram para uma taxa significativa de dependências espaciais (0,506). A partir disso, foi possível verificar que as Mesorregiões Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, Central Mineira e Campo das Vertentes em quase toda a sua totalidade territorial formaram os *clusters* do tipo Alto-Alto, constituído por 116 municípios. Os *clusters* do tipo Baixo-Baixo, se concentraram, principalmente, na Região centro-norte do estado, onde se concentra o menor VBP dos estabelecimentos agropecuários de leite. Além disso, verificou-se a existências de *clusters* do tipo Baixo-Baixo na Mesorregião Sul/Sudoeste de Minas e parte da Região Metropolitana de Belo Horizonte, Vale do Rio Doce e Zona da Mata. No que concerne aos *clusters* do tipo Baixo-Alto, estes encontram-se, principalmente, nas Regiões do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, Central Mineira e Campo das Vertentes. E do tipo Alto-Baixo, identificou-se apenas um *cluster*, o qual se refere ao município de Santana do Paraíso, o qual se localiza na Mesorregião do Vale do Rio Doce.

No que diz respeito ao modelo econométrico espacial empregado, foram realizados testes que demonstraram uma taxa significativa de dependências espaciais. Em seguida, foi definido o método econométrico mais adequado ao modelo, e a partir das estimativas das regressões, verificou-se que o modelo SAR com defasagem espacial (SDM) é o mais adequado. Esse indicou que as variáveis *PROD_L*, *AREA_PEC*, *NE_PRODL*, *PO_AGRO*, *DESP_COMB* e *DESP_PAST* são estatisticamente significativas, o que sugere a sua importância para a formação do VBP do leite em Minas Gerais. Por outro lado, as variáveis *N_TRAT*, *NE_FINAN*, *DESP_COMAN*, *DESP_MED*, *DESP_SUPL* e *DESP_ENER* não foram estatisticamente significativas no modelo utilizado.

Ao introduzir a defasagem espacial nas variáveis *AREA_PEC*, *NE_PRODL*, *N_TRAT*, *PO_AGRO*, *NE_FINAN*, *DESP_COMAN*, *DESP_MED*, *DESP_SUPL*, *DESP_COMB*, *DESP_ENER* e *DESP_PAST*, não foi observada significância estatística. No entanto, a variável *W_VBP_L* apresentou um efeito estatisticamente significativo, indicando que a produção de leite tem um impacto positivo na economia dos municípios vizinhos. Além disso, a variável τW_PROD_L exibiu um efeito negativo, sugerindo que há um transbordamento negativo da produção de leite nos estabelecimentos agropecuários quando um determinado município aumenta a utilização dessa variável.

Foi possível concluir que a atividade leiteira tem maior destaque naquelas regiões que historicamente desenvolvem essa atividade e, portanto, já possuem uma maior capacidade de produção instalada. Verificou-se ainda, a presença de transbordamentos espaciais entre os municípios analisados e que integram a cadeia produtiva leiteira, identificou-se, a existência de padrões relacionados à localização produtiva, de modo que a produção de leite e seu crescimento encontram-se geograficamente concentrados principalmente nas Mesorregiões Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e Sul/Sudoeste de Minas.

Diante disso, foi possível verificar quais os municípios que podem impulsionar o desenvolvimento econômico e quais apresentam problemas de desenvolvimento na atividade, e que merecem uma maior atenção no sentido de inserção nessa cadeia produtiva. Assim, sugere-se a adoção de estratégias e de políticas de investimento e de microcrédito mais eficientes e eficazes, por parte do poder público, de empresas processadoras de leite e dos produtores, com o objetivo de alavancar o desenvolvimento da produção e da produtividade leiteira no estado. Além disso, foi possível evidenciar as heterogeneidades espaciais com relação à produção e a produtividade do setor no estado de Minas Gerais. Assim, a partir do mapeamento realizado, é possível propor ações no sentido de promover a melhoria da infraestrutura desses municípios, bem como, da qualidade de vida da população residente ali.

Por fim, a partir desse estudo sugere-se novas pesquisas que investiguem os determinantes da baixa/alta produtividade entre os municípios ou regiões, que tratem do ponto de vista tecnológico ou dos custos de produção. Sugere-se ainda, para o aprofundamento dessa pesquisa a adoção de modelos econométricos espaciais com variáveis como clima, infraestrutura logística, políticas de apoio ao produtor rural, custo com alimentação e outras.

Referências

ALMEIDA, E. Econometria espacial. Campinas–SP. Alínea, v. 31, 2012.

ALMEIDA, M. de. Análise da atividade leiteira no Corede produção/RS a partir da perspectiva tecnológica: uma análise multivariada. 2019. Dissertação (Mestrado em Economia e Desenvolvimento) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2019. 83 f. Disponível em: < <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/16798> >. Acesso em: 08 mar. 2023.

ALVES, L. R. et al. Atividade leiteira no Paraná: uma análise espacial e econométrica. *Redes. Revista do Desenvolvimento Regional*, v. 25, n. 2, p. 2432-2453, 2020.

ALVES, M. A. Respostas termorreguladoras e ambiente térmico de bovinos leiteiros em regiões de clima tropical. 2014. 78 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

ANDRADE, R. G. et al. Zoneamento de risco climático na pecuária leiteira, 2022. Disponível em < <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1140813/1/Zoneamento-risco-climatico-pecuaria-leiteira.pdf> > acesso em 10 de mar. de 2023.

ANSELIN, L. The future of spatial analysis in the social sciences. *Geographic information sciences*, v. 5, n. 2, p. 67-76, 1999.

AZEVEDO, R. A. et al. Perfil de propriedades leiteiras ou com produção mista no norte de Minas Gerais. *Revista Caatinga*, v. 24, n. 1, p. 153-159, 2011.

BACCHI, M. D. Análise espacial da produção de leite no Brasil. 2019. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2019. Disponível em: < <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11132/tde-22072019-163534/en.php> >. Acesso em: 01 abr. 2023.

CAMPOS, S. A. C., PEREIRA, M. W. G.; TEIXEIRA, E. C. Trajetória de modernização da agropecuária mineira no período de 1996 a 2006. *Economia Aplicada*, v. 18, n. 4, p. 717-739, 2014.

CAPUCHO, T. O.; PARRÉ, J. L. Produção Leiteira no Paraná: Um Estudo Considerando os Efeitos Espaciais. *Informe GEPEC*, [S. l.], v. 16, n. 1, p. 112-127, 2012.

CARVALHO, G. R.; HOTT, M. C.; OLIVEIRA, A. Análise espacial da produção de leite no estado de Minas Gerais em base microrregional. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. "Conhecimentos para Agricultura do Futuro" de 22 a 25 do julho de 2007, UEL, Londrina-PR, 2007.

DA SILVA, M. F.; DA SILVA, A. C. Produção de Leite: Análise dos dados no Brasil, Estado de Minas Gerais, Zona da Mata e Microrregião De Viçosa. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, [S. l.], v. 3, n. 2, 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). Produção de Leite no Sudeste do Brasil. Sistemas de produção de leite para diferentes regiões do Brasil. Embrapa Gado de Leite - Sistema de Produção, n. 4. Brasília, 2011.

FASSIO, L. H.; REIS, R. P.; GERALDO, L. G. Technical and economical effectiveness of milk production from Minas Gerais state, Brazil. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 30, p. 1154-1161, 2006.

FRANCO, C. A expansão das florestas plantadas no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. 2020. 107 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020.

HUNT, D., SHIKI, S., RIBEIRO, R., BIASI, D.; FARIA, A. P. Comparação de indicadores de desempenho de produtores de leite localizados dentro e fora de assentamentos de reforma agrária no Triângulo Mineiro. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 47, n. 1, p. 211-248, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, (IBGE). Censo Agropecuário 2017. Disponível em < <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017/resultados-definitivos> > acesso em 10 de mar. de 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, (IBGE). Censo Agropecuário 2017. Disponível em < <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2006/segunda-apuracao> > acesso em 10 de mar. de 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, (IBGE). Pesquisa Agrícola Municipal, 2021. Disponível em < <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017/resultados-definitivos> > acesso em 10 de mar. de 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, (IBGE). Pesquisa Pecuária Municipal, 2021. Disponível em < <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017/resultados-definitivos> > acesso em 10 de mar. de 2023.

LEMOS, M. B., et al. Tecnologia, especialização regional e produtividade: um estudo da pecuária leiteira em Minas Gerais. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 41, n. 3, p. 117-138, 2003.

LINS, J. et al. (2015). Análise espacial da evolução do índice de desenvolvimento humano nos municípios da região nordeste. Revista Economia e Desenvolvimento, 14(1):81–96.

LOPES, P. F., REIS, R. P.; YAMAGUCHI, L. C. T. Custos e escala de produção na pecuária leiteira: estudo nos principais estados produtores do Brasil. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 45, n. 3, p. 567-590, 2007.

MARTINS, P.C.; GUILHOTO, J.J.M. Leite e derivados e a geração de emprego, renda e ICMS no contexto da economia brasileira. In: GOMES, A. T.; LEITE, J. L. B.; CARNEIRO, A. V. (Org.) O agronegócio do leite no Brasil. Brasília: Embrapa Gado de Leite, 2001.

MATOS, G. M. A Nova Fronteira da Mineração e os Velhos Dilemas do Desenvolvimento no Norte de Minas Gerais. In: Congresso em Desenvolvimento Social. Estado, Meio Ambiente e Desenvolvimento, 29 e 30 de junho e 01 de julho, 2016.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA, (MAPA). Mapa Leite: Políticas Públicas e Privadas para o leite, 2023. Disponível em < <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/mapa-do-leite#:~:text=O%20Brasil%20%C3%A9%20o%20terceiro,de%204%20milh%C3%B5es%20de%20pessoas> > acesso em 10 de mar. de 2023.

MONTOYA, M. A.; FINAMORE, E. B. Delimitação e encadeamentos de sistemas agroindustriais: o caso do complexo lácteo do Rio Grande do Sul. Economia Aplicada, v. 9, n. 4, p. 663-682, 2005.

OSTAPECHEN, L. A. P., Gotardo, D. Análise dos determinantes da produtividade leiteira municipal na Mesorregião Oeste do Paraná. Revista Paranaense de Desenvolvimento - RPD, Curitiba, 40, mar. 2020.

OVIEDO-PASTRANA, M. E. et al. Mapa do desenvolvimento da pecuária leiteira no estado de Minas Gerais, Brasil: nova abordagem na pecuária para integração espacial de variáveis produtivas. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 66, p. 1147-1154, 2014.

PARRÉ, J. L. Interpretando o espaço rural: desenvolvimento, recursos naturais e infraestrutura. In: Anais do XLI Encontro Nacional de Economia. ANPEC-Associação Nacional dos Centros de Pós-Graduação em Economia, 2014.

PEGORARO, L. M. C. Biosseguridade na bovinocultura leiteira. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2018.

PEROBELLI, F. S.; ARAÚJO JUNIOR, I. F.; Castro, L. S. As dimensões espaciais da cadeia produtiva do leite em Minas Gerais. Nova Economia, v. 28, p. 297-337, 2018.

PIRTOUSCHESG, A. A estrutura e o desempenho de unidades de produção de bovinos de corte: uma análise fundada em trajetórias tecnológicas adotadas na região do Triângulo Mineiro. 2000. 201 f. Tese (Doutorado em Ciências Sociais em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade) - Instituto de Ciências Humanas e Sociais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica - RJ, 2000.

POP, A. Competitividade internacional da indústria leiteira romena: recomendações estratégicas setoriais. 2022. Dissertação (Mestrado em Economia) - Universidade de Lisboa, Instituto Superior de Economia e Gestão, Lisboa, 2022.

RANGEL, M. C. Bovinocultura de leite. Série cadernos de propostas para atuação em cadeias produtivas, v.1. Brasília: Banco do Brasil/IICA, 2010. 57p. Disponível em <<https://www.bb.com.br/docs/pub/inst/dwn/Vol1BovinoLeite.pdf>>. Acesso em 05 mar. 2023.

Scalco, A. R. Proposição de um modelo de referência para gestão da qualidade na cadeia de produção de leite e de derivados. 2004. 225 f. Tese (Doutorado em Ciências Exatas e da Terra) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

SEGALA, C. Z. S.; SILVA, I. T. Apuração dos custos na produção de leite em uma propriedade rural do município de Irani-sc. Custos e agronegócio online, v. 3, n. 1, p. 61-83, 2007.

SILVA, A. M. et al. Conjuntura da pecuária leiteira no Brasil. NutriTime, Viçosa, v. 14, n. 1, p. 4954-4958, 2017.

SILVA, D. F. Agriculture and Agrarian Systems in Alto Jequitinhonha, Minas Gerais. 2014. 243 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

SILVA, G. J. C.; SOUZA, E. C.; MARTINS, H. E. P. Produção agropecuária em municípios de Minas Gerais (1996-2006): padrões de distribuição, especialização e associação espacial. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 50, p. 333-349, 2012.

SIQUEIRA, K. B.; KILMER, R. L.; CAMPOS, A. C. The dynamics of farm milk price formation in Brazil. Revista de Economia e Sociologia Rural, vol. 48, n. 1, pp. 41-61, 2010.

TRENNEPOHL, D.; PAIVA, C.; WILDNER, M. C. O potencial de contribuição da pecuária leiteira para o desenvolvimento da região noroeste do Rio Grande do Sul. Encontro de Economia Gaúcha, v. 5, 2012.

VIANA, G.; FERRAS, R. P. R. A cadeia produtiva do leite: um estudo sobre a organização da cadeia e sua importância para o desenvolvimento regional. Revista Capital Científico, v. 5, n. 1, p. 23-40, 2007.

VILELA D. et al. Pecuária de leite no Brasil: cenários e avanços tecnológicos. Brasília, DF: Embrapa, 2016.

VILELA, D.; RESENDE, J. C. D.; Leite, J. B.; Alves, E. A evolução do leite no Brasil em cinco décadas. Revista de Política Agrícola, v. 26, n. 1, p. 5-24, 2017.